



FFCNCERC  
ERXOT05

2 520 € 3 jour(s)



## [Formation] Techniques numériques pour la transmission et l'accès

### OBJECTIFS

Présenter les concepts sur les transmissions numériques des systèmes de communications et réseaux sans fil, et des systèmes de transmission sur fibre optique.

À l'issue de la formation, les stagiaires seront capables de :

- Expliquer les aspects et concepts fondamentaux des systèmes de communications numériques
- Décrire les technologies associées (réseaux cellulaires, réseaux locaux sans fil, systèmes optiques), les avantages, les défis et les limites.
- Caractériser les canaux de transmission, identifier les sources d'interférence et discuter les techniques qui permettent de les réduire
- Expliquer les techniques d'accès multiple, comparer et analyser leur performance
- Expliquer l'interface radio, les techniques de gestion de ressource ; les techniques MIMO et leurs évolutions, analyser leurs performances et savoir leurs applications
- Expliquer les techniques et technologies émergentes dans les réseaux sans fil et les systèmes fibre optique de nouvelles générations

### PROGRAMME

#### Introduction

#### Principes des transmissions numériques

- Historique et principaux modules de transmissions numériques
- Introduction aux systèmes de transmissions sans fil : mobiles cellulaires (1G, 2G, 3G, 3G+, 4G/LTE/LTE-Advanced, 5G), réseaux sans fil locaux WLANs et personnels WPANs, etc.
- Transmission radio et canal de propagation



### DATES ET LIEUX

Du 10/06/2025 au 12/06/2025 à Paris

### PUBLIC / PREREQUIS

Techniciens ou ingénieurs spécialistes des télécoms. Ingénieurs débutants et confirmés.

Des connaissances de base de traitement du signal et des réseaux permettent de tirer un meilleur profit de cette formation.

### COORDINATEURS

#### Mireille SARKISS

Enseignante-chercheuse à Télécom SudParis depuis décembre 2018, au laboratoire SAMOVAR (Services répartis, Architectures, MOdélisation, Validation, Administration des Réseaux), équipe ISTeC (Information, Signal et Technologies des Communications). Elle a travaillé comme chercheuse au CEA LIST Saclay entre 2010 et 2018. Ses recherches portent sur les systèmes des communications sans fil (techniques MIMO, codage, allocation de ressources), la théorie de l'information, la théorie de détection des systèmes distribués, la sécurité couche physique, la détection d'intrusion distribuée, et les techniques d'optimisation et d'apprentissage (IA) pour les

- Problème d'interférence entre symboles et de détection
- Multiplexage en temps et en fréquence et techniques de diversité à la transmission

## Techniques avancées pour les communications sans fil

- Modulation multi-porteuses OFDM
  - Principe de l'orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) : FFT, préfixe cyclique et détection
  - Allocation de puissance, diversité et codage
  - Applications standards : réseaux cellulaires et réseaux WiFi (IEEE 802.11)
- Techniques d'accès multiple et communications multi-utilisateurs
  - Principe d'étalement de spectre : par séquence directe, par saut de fréquence
  - Duplexage FDD/TDD, techniques d'accès multiple : TDMA, FDMA, CDMA, MC-CDMA, OFDMA, SC-FDMA, et détection multi-utilisateur
  - Allocation de ressource, gestion d'interférence et contrôle de puissance
  - Protocoles d'allocation de ressource MAC basés sur la collision, stratégies d'accès aléatoire et stratégies de carrier-sensing
  - Applications standards : réseaux cellulaires et réseaux ad-hoc et WiFi
- Techniques multi-antennaires MIMO
  - MIMO mono-utilisateur : Modèle du canal et capacité, techniques MIMO selon connaissance du canal au TX/RX ou RX : multiplexage spatial ; codage espace-temps ; précodage et Beamforming ; algorithmes de détection
  - MIMO multi-utilisateur et Communications MIMO coopératives (Co-MIMO)
    - Applications standards : réseaux cellulaires et réseaux WiFi (IEEE 802.11n/802.11ax)
- Techniques et technologies émergentes pour les réseaux mobiles 5G et 6G
  - Domaines d'applications : Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Ultra Reliable Low Latency Communications (URLLC), Massive Machine Type Communications (mMTC)
  - Introduction à la 5G New Radio (5G-NR) : fréquences, couverture, débits, ...
  - Perspectives sur les techniques et technologies de 5G et futures générations : Massive MIMO, techniques d'accès multiple non-orthogonales (NOMA), Cloud- Radio Networking (C-RAN) et Mobile Edge Computing (MEC), Communications à efficacité énergétique et à

communications sans fil et les réseaux du futur.

### Elie AWWAD

Enseignant-chercheur à Télécom Paris depuis octobre 2019, membre de l'équipe GTO (Groupe de Transmission Optique) du LTCl (Laboratoire de Traitement et de Communication de l'Information). Il a travaillé comme chercheur aux Bell Labs entre janvier 2015 et septembre 2019. Ses recherches portent sur les formats de modulation et le traitement numérique du signal pour les systèmes de transmission optique, ainsi que sur les nouvelles techniques d'interrogation des capteurs à fibre optique.

### MODALITES PEDAGOGIQUES

Des études de cas permettent de s'appropriier les concepts théoriques des cours magistraux de la formation.

Un accès aux moyens techniques utilisés dans les laboratoires de recherche universitaires de Télécom Paris.

récupération d'énergie (Energy Harvesting),  
techniques d'Intelligence artificielle pour les  
communications sans fil ...

## **Systèmes modernes de transmission sur fibre optique**

- Principales technologies mises en jeu (fibres, modulations directe/externe, photo-détection, Amplification optique)
- Techniques de multiplexage PDM et WDM
- Efforts d'intégration et de réduction de la consommation d'énergie
- Principales limitations : atténuation, dispersion, bruit et effets non linéaires
- Amplification optique EDFA, Raman et SOA
- Photo-détection et sources de bruit au récepteur
- Sensibilité OSNR (rapport signal sur bruit optique)
- Aperçu des architectures des systèmes de transmission de différentes portées
- Aperçu des métriques pour la performance (rapport signal à bruit, capacité, taux d'erreur)
- Systèmes de transmission cohérents
  - Exemples et schémas d'émetteurs et de récepteurs cohérents
  - Exemples et schémas de lignes de transmission
  - Aperçu de la chaîne DSP
- Systèmes de transmission détection directe
- Scénarios d'applications : fibrés et en espace libre
  - Focus sur la détection directe (distorsions, bruits, performance)
  - Aperçu de la chaîne DSP
  - Ouverture vers d'autres schémas de récupération de phase

## **Synthèse et conclusion**

Appelez le 01 75 31 95 90  
International : +33 (0)1 75 31 95 90

[contact.exed@telecom-paris.fr](mailto:contact.exed@telecom-paris.fr) / [executive-education.telecom-paris.fr](http://executive-education.telecom-paris.fr)